

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

013137857      \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 2000-309729/\*200027\*  
XRPX Acc No: N00-232247

**Position detector used in exposure system in manufacture of e.g.  
semiconductor IC, large scale integration, charge-coupled device**  
Patent Assignee: CANON KK (CANO )

Number of Countries: 001    Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2000091219	A	20000331	JP 98268990	A	1998090	200027 B

Priority Applications (No Type Date): JP 98268990 A 19980907

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2000091219	A		13	H01L-021/027	

Abstract (Basic): \*JP 2000091219\* A

NOVELTY - The position detector has an image detecting component (12) that photoelectrically converts the image of an alignment mark on the surface of e.g. wafer (13). The alignment mark image is formed using the light from the objective lens of a lens group (4) which guides the light from a reflecting mirror (5). The reflecting mirror deflects the beam from another lens group (7).

DETAILED DESCRIPTION - A light source (1) illuminates the alignment mark on the surface of the wafer. A position detecting group determines the positional data of the alignment mark on the wafer surface irrespective of a projection optical system (2) used in pattern exposure on the wafer surface. The position detecting group includes the lens group (7) which has a positive refractive power from the object side. An INDEPENDENT CLAIM is also included for the exposure system using the position detector.

USE - Used in exposure system in manufacture of e.g. semiconductor IC, LSI, CCD, liquid-crystal panel, magnetic head.

ADVANTAGE - Ensures easy and highly precise detection of alignment mark with low step in an exposure system. Ensures easy adjustment of objective lens or compensation optical system using mark for adjustment.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure is a schematic diagram showing the principal portion of the position detector.

Light source (1)  
Projection optical system (2)  
Lens groups (4,7)  
Reflecting mirror (5)  
Image detecting component (12)  
Wafer (13)

pp; 13 DwgNo 1/16

Title Terms: POSITION; DETECT; EXPOSE; SYSTEM; MANUFACTURE; SEMICONDUCTOR;  
IC; SCALE; INTEGRATE; CHARGE; COUPLE; DEVICE

Derwent Class: P84; S02; U11

International Patent Class (Main): H01L-021/027

International Patent Class (Additional): G01B-011/00; G03F-009/00

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-A03B4; S02-A06C; U11-C04B2; U11-C04C2



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-91219

(P2000-91219A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 2 5 P 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	G 5 F 0 4 6
G 0 3 F 9/00		G 0 3 F 9/00	H

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-268990

(22) 出願日 平成10年9月7日 (1998.9.7)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 三島 和彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

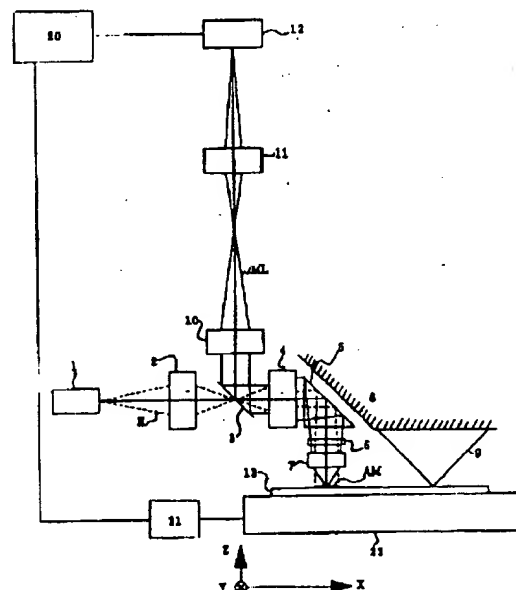
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置検出装置及びそれを用いた露光装置

(57) 【要約】

【課題】 ウエハ上のアライメントマークを高精度に検出することができる位置検出装置及びそれを用いた露光装置を得ること。

【解決手段】 第1物体上のパターンを投影光学系で第2物体上に投影露光する前に該第1物体と第2物体との相対的な位置合わせを行なう位置検出装置において、該位置検出装置は該第2物体面上のアライメントマークを照明する照明系と、該投影光学系を介さないで、第2物体面上のアライメントマークの位置情報を検出する位置検出系とを有し、該位置検出系は該第2物体側から順に正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群からの光束を反射偏向するミラー、そして該ミラーからの光束を集光する第2レンズ群とを含む対物レンズ、該対物レンズによって形成した該アライメントマーク像を光電変換する画像検出素子を有していること。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1物体上のパターンを投影光学系で第2物体上に投影露光する前に該第1物体と第2物体との相対的な位置合わせを行なう位置検出装置において、該位置検出装置は該第2物体面上のアライメントマークを照明する照明系と、該投影光学系を介さないで、第2物体面上のアライメントマークの位置情報を検出する位置検出系とを有し、該位置検出系は該第2物体側から順に正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群からの光束を反射偏向するミラー、そして該ミラーからの光束を導光する第2レンズ群とを含む対物レンズ、該対物レンズを介した光で形成した該アライメントマーク像を光電変換する画像検出素子を有していることを特徴とする位置検出装置。

【請求項2】 前記対物レンズを構成する各レンズの位置調整を調整用ウエハに設けたマークの位置情報を検出する画像検出素子で得られる評価値を利用して行なっていることを特徴とする請求項1の位置検出装置。

【請求項3】 前記対物レンズを構成する各レンズの位置調整を前記第2物体を載置するステージ上に設けた調整用マークの位置情報を検出する画像検出素子で得られる評価値を利用して行なっていることを特徴とする請求項1の位置検出装置。

【請求項4】 前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の少なくとも一方のレンズ群を偏心駆動せしめる駆動機構と、前記調整用マークの位置情報を検出する画像検出素子からの検出信号に基づいて該レンズ群の偏心調整量を算出する算出手段とを備え、該偏心調整量に基づいた駆動信号により該駆動機構を駆動し、該第1レンズ群と該第2レンズ群の相対位置を自動調整する事を特徴とする請求項3の位置検出装置。

【請求項5】 前記位置検出系は前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の偏心により発生した収差を補正する為の補正光学部材を有し、前記調整用マークの位置情報を検出する画像検出素子からの検出信号に基づいて、該補正光学系を調整する事を特徴とする請求項3又は4に記載の位置検出装置。

【請求項6】 前記位置検出系は前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の偏心により発生した収差を補正する為の補正光学部材と、該補正光学部材を駆動させる駆動機構と、前記調整用マークの位置情報を検出する画像検出素子からの検出信号に基づいて、該補正光学部材の調整量を算出する算出手段とを備え、前記調整量に基づいた駆動信号により、該駆動機構を駆動し、補正光学部材を自動的に駆動する事を特徴とする請求項5の位置検出装置を備えた位置検出装置。

【請求項7】 請求項1～6のいずれか1項に記載された位置検出装置を用いてレチクルとウエハとの位置合わせを行ないレチクル面上のパターンをウエハ面上に投影露光していることを特徴とする露光装置。

【請求項8】 請求項1～6のいずれか1項記載の位置検出装置を用いてレチクルとウエハとの位置合わせを行なった後に、レチクル面上のパターンをウエハ面上に投影露光した後に、該ウエハを現像処理してデバイスを製造していることを特徴とするデバイスの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は位置検出装置及びそれを用いた露光装置に関し、特に半導体IC、LSI、CCD、液晶パネル、磁気ヘッド等の各種のデバイスを製造する投影露光装置において、マスクやウエハなどの物体の位置情報を投影光学系を介さないで該物体の像観察により高精度にかつ安定性を有して検出し、該検出情報に基づいて物体の位置合わせを行なう際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】最近の半導体素子の製造技術の進展は目覚ましく、又それに伴う微細加工技術の進展も著しい。特に光加工技術はサブミクロンの解像力を有する縮小投影露光装置、通称ステッパーが主流であり、更なる解像力向上に向けて光学系の開口数(NA)の拡大や、露光波長の短波長化が図られている。

【0003】露光波長の短波長化に伴って、露光光源もg線、i線の高圧水銀ランプからKrF更にArFのエキシマレーザーに変移してきている。

【0004】一方、投影パターンの解像力の向上に伴って、投影露光装置に於けるウエハとマスク(レチクル)を相対的位置合わせするアライメントについても高精度化が必要とされている。投影露光装置は高解像度の露光装置であると同時に高精度な位置検出装置としての機能も要求されている。

【0005】更に近年では、半導体製造工程として、CMP(Chemical Mechanical Polishing)と呼ばれる、ウエハ表面の平坦化技術の導入が推進されて来ている。CMPの推進する背景としては、露光の短波長化に伴い、露光像面の焦点深度の減少化がある。更に、半導体チップ自体の高集積化が進むに連れて、縦構造が従来に比べ厚くなる為、露光領域全てに対してフォーカスを合わせる事が困難となる。従って、ウエハ表面の段差を平坦化する事で、焦点深度内にウエハ上の全てのチップ全域に対して焦点を合わせる事が出来ると言うメリットがある。

【0006】こうした背景の元、ウエハのアライメント方式として多く用いられている方式に、オフアクシスアライメント検出系(Off-Axis AA 以下「OA」と呼ぶ。)がある。

【0007】OA検出系では、投影露光光学系(投影光学系)と、異なる位置に配置され、投影露光光学系を介さず、ウエハ上のアライメントマークの位置を検出し、その検出結果に基づいてウエハの位置合わせを行

う、

【0008】一方、従来のアライメント方式として、TTL-AA (Through the Lens Auto Alignment) と呼ばれる投影露光光学系を介して、非露光光のアライメント波長の光を用いてウエハ上のアライメントマークを検出する方法がある。

【0009】TTL-AAのメリットとしては、投影露光光学系の光軸とTTL-AAの光軸(所謂、ベースライン)が非常に短く配置出来る為、アライメント計測時と露光時のウエハステージの駆動量が少ない。従って、ウエハステージ回りの環境変化による投影露光光学系の光軸とTTL-AAの光軸の距離の変動で発生する測定誤差を小さく抑える事が出来る。つまり、ベースラインの変動が小さいと言うメリットがある。

【0010】ところが、露光光がKrFレーザーやArFレーザーと言った短波長光に移行すると、使用硝材が限定される為、投影露光光学系のアライメント波長に対する色収差の補正が困難になる。従って、投影露光光学系の色収差の影響を受けないOA検出系が重要になって来ている。

【0011】また、OA検出系の場合、投影露光光学系を介さない為、任意の波長に対して、或いは、広い波長域の光源を使用出来ると言うメリットもある。広帯域の波長光を使用するメリットとしては、ウエハ上に塗布された感光材(レジスト)に対して、薄膜干渉の影響を除去できるという事が上げられる。従って、広帯域の波長光に対して収差補正可能なOA検出系は重要なアライメント検出系と言える。

【0012】ここで、従来の投影露光光学系の構成を、図9に示す概略図を用いて解説する。図9中で露光光源を含む露光照明光学系500(光源としては水銀ランプ、KrFエキシマレーザー、やArFエキシマレーザー等)から出射した光505は、パターンを形成しているマスク(レチクル)501を照明する。この時レチクル501は、レチクル501上方(或いは下方)に配置された不図示のアライメント検出系によって投影露光光学系8の光軸8aとレチクルパターンの中心501aが一致するように、レチクルフォルダー502、502'に予め位置決めされている。

【0013】レチクルパターンを通った光によって、投影露光光学系8によりその像をウエハステージ22上に保持されたウエハ13に所定の倍率で転写する。尚、以下レチクル上方から照射光を照射し、投影露光光学系8を介して、固定位置でレチクルパターンをウエハ13上に順次露光するのをステッパーと呼び、レチクル及びウエハが相対的に駆動(レチクルの駆動量はウエハ駆動量の投影倍率を乗じた分)する露光装置をスキヤナー(走査型露光装置)と呼ぶ。

【0014】一方、ウエハ13にはセカンドウエハと呼ばれる既にパターンが形成されている種類のものが有

り、このウエハに次のパターンを形成する場合には、予めウエハの位置を検出しておかなければならない。その位置検出方法に上記のTTL-AA方式やOA検出方式がある。図9には、OA検出系に付いてその概略を示している。OA検出系504は投影露光光学系8からある距離離れた位置に配置されている。

【0015】この時、投影露光光学系8の光軸8aからOA検出系504の検出中心504aの長さをベースラインB.L.と呼んでいる。実際のアライメント検出は、ウエハステージ22をベースライン分だけ駆動し、OA検出系504の検出位置に移動した後、ウエハ13上に形成されているアライメントマークを検出して位置検出を行う。

【0016】つまり、図中のX方向にウエハステージを位置22'に駆動した後、位置検出を行っている。このウエハステージ22の駆動は、ウエハステージ22に反射ミラー503が構成されており、その反射ミラー503を利用して干渉計23でその位置を検出して行われる。

【0017】従って、実際のアライメントは、OA検出系504から得られたアライメントマークの位置情報及び、干渉計23から得られるウエハステージ22の位置情報に基づいて演算処理器20が計算し行われる。

【0018】以上の様にOA検出系は、ベースライン分だけウエハステージを駆動しなければ、アライメント検出が出来ないと云う特徴を有する。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】ウエハの位置を検出する位置検出装置に、上記のようにOA検出系を使用することは、投影露光光学系の光軸とOA検出系の検出領域が離れている為、アライメント計測時と露光時にウエハステージを駆動しなければならない。その為、ウエハステージ周辺の環境変化によって、ベースラインの変動等のアライメント精度が影響される。

【0020】例えば、干渉計の長さが異なる事で、空気揺らぎの影響が変化するとか、図9には不図示のY方向検出する干渉計のウエハステージ22に対する位置が、露光時とアライメント検出時で異なると云った環境の変化が生じる。従って、これらの要因の為に、露光時のウエハ駆動格子とアライメント検出時のウエハ駆動格子に差が生じ、結果的にアライメント精度が劣化すると云う現象が発生する。

【0021】従って、このベースラインを出来るだけ短くし、ウエハステージの環境をアライメント時と露光時で同じ様にすることがこうしたアライメント精度劣化の除去出来る。その為に、そのような位置にOA検出系を配置する事が必要となる。

【0022】従来より用いられているOA検出系の1タイプの概略図を図10に示す。図10において照明光源1から出射した光(波線:1L)は、照明光学系2を透

過した後、偏光ビームスプリッタ3に入射する。偏光ビームスプリッタ3では、S偏光成分だけが反射し、検出光学系(対物レンズ)4側に向かう。偏光ビームスプリッタ3の下方には、 $\lambda/4$ 板6が配置されており、この $\lambda/4$ 板6によってS偏光成分は円偏光に変換される。

【0023】その後、対物レンズ4により、ウエハ13上のアライメントマークAMをケーラー照明する。アライメントマークAMからの反射、回折、散乱光(総称して「検出光:ML」)は対物レンズ4を戻り、再び $\lambda/4$ 板6を通過する事で、照射時とは90°回転した直線偏光の光になる。

【0024】検出光は偏光ビームスプリッタ3を今度は透過し、リレーレンズ10に向かう。リレーレンズ10はウエハ13のアライメントマークAMと共役な像面を結像する。この像を結像光学系11によって画像検出素子12上に再度、結像する。この様にして、アライメントマークAMの像を画像検出素子12で検出し、その画像からアライメントマークAMの位置を検出する事が出来る。

【0025】以上が従来のOA検出系の概略であり、投影露光光学系8の光軸8aとOA検出系の光軸OLaの長さが図中のB.L.で表され、ベースラインと呼ばれる。そして、このベースラインを如何に短く構成出来るかがOA検出系のアライメント性能を上げることに繋がる。

【0026】ところで、上記の様にCMPウエハと言った低段差構造に移行する事は、ウエハのアライメントマーク自体の段差構造も低段差となり、その為アライメントマークの検出率の低下に繋がる。

【0027】この低段差のアライメントマーク検出を解決する方法として、OA検出系のNAを大きくする事がある。

【0028】図11に、理想レンズを用いた時の段差構造を持ったアライメントマークを理想レンズのNAを変えて検出されるアライメントマーク波形のシミュレーションを示す。図11(C)はこの時の段差構造を示し、図11(A)は、NA0.4、図11(B)はNA0.2の場合を示している。この様に、NAを大きくする事で、検出される波形は異なっており、波形が明確に検出される事は、アライメントマークの位置検出精度の向上及び、低段差アライメントマークの検出率の向上に繋がる。

【0029】以上の様に、アライメントマークの段差dと検出される波形のコントラスト(図中(Max-Min))との関係をNAに付いてまとめたグラフを図12に示す。

【0030】図12は横軸にアライメントマークの段差dを取り、縦軸は各アライメントマークの段差に対するコントラストをNA0.4とNA0.2の時に付いて示している。このグラフより、同じ段差dに対してNAを

大きくする事で検出波形のコントラストが高くなる事が判る。このコントラストが高ければ、同じ段差に対する検出率が上がり、また低い段差に対してもNAが大きい程、検出し易くなる事を意味する。つまり、検出系のNAが大きい程、低段差に強い検出系が達成出来る。

【0031】ところが、NAを大きくし、且つベースラインを短くしようとする、配置する空間に問題が発生する。

【0032】図13(A)には、通常の高NAを達成する配置の模式図を示している。ここで、投影露光光学系400に対し、OA検出系300が並列に配置されている。この様に配置する事で高NAが達成出来るが、ベースラインB.L.は短くならない。それに対し、図13(B)に示すように、反射ミラー301を投影露光光学系400に近づけて配置しベースラインB.L.を短くする事が出来るが、これではOA検出系300のワーキングディスタンスが長くなり高NAの検出系を達成するのは困難となる。その理由について、図14を用いて詳細に述べる。

【0033】図14は、図13(B)に示すタイプで高NA化を達成する模式図を示している。尚、照明系及びその他の検出系に関しては、省略しウエハ13近傍に付いて解説する。ウエハ13上のアライメントマークAMからの検出光は、投影露光光学系の光軸に近づける為、反射ミラー5を介して反射させて検出する。そのミラー背後には、凸レンズ110と凹レンズ111で構成された対物レンズ4が配置されている。

【0034】この様な基本的な配置で、高NA検出系を構成すると、凸レンズ110が必要NAの有効光束を全て取り込む為には、有効径の大きなレンズでなければならない。従って、凸レンズ110とウエハ13との間隔hが非常に近くなってしまい、配置が困難となってしまふ。例えば、 $d=5\text{mm}$ とした場合、NA0.4では $h=1.6\text{mm}$ 、NA0.2では $h=4.5\text{mm}$ となる。

【0035】つまり、この現象はOA検出系のNAが大きくなるに連れて、配置が厳しくなり、結果的に高NA且つベースラインの短いOA検出系を達成出来ない。その為、低段差のアライメントマークの検出及びベースライン変動を抑えた検出系が提供出来ないと言う問題があった。

【0036】本発明は上記の問題を鑑み、ベースラインを短縮し、ベースラインの変動成分を極力抑え、且つ低段差のアライメントマークの高精度な検出を可能とする高NAを容易に達成することができるオフアクシスアライメント検出系を有した位置検出装置及びそれを用いた露光装置の提供を目的とする。

【0037】

【課題を解決するための手段】本発明の位置検出装置は、(1-1)第1物体上のパターンを投影光学系で第2物体上に投影露光する前に該第1物体と第2物体との

相対的な位置合わせを行なう位置検出装置において、該位置検出装置は該第2物体面上のアライメントマークを照明する照明系と、該投影光学系を介さないで、第2物体面上のアライメントマークの位置情報を検出する位置検出系とを有し、該位置検出系は該第2物体側から順に正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群からの光束を反射偏向するミラー、そして該ミラーからの光束を導光する第2レンズ群とを含む対物レンズ、該対物レンズ及び第3のレンズ群によって形成した該アライメントマーク像を光電変換する画像検出素子を有していることを特徴としている。

【0038】特に、(1-1-1)前記対物レンズを構成する各レンズの位置調整を調整用ウエハに設けたマークの位置情報を検出する画像検出素子で得られる評価値を利用して行なっていることを特徴としている。

【0039】(1-1-2)前記対物レンズを構成する各レンズの位置調整を前記第2物体を載置するステージ上に設けた調整用マークの位置情報を検出する画像検出素子で得られる評価値を利用して行なっていることを特徴としている。

【0040】(1-1-3)前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の少なくとも一方のレンズ群を偏心駆動せしめる駆動機構と、前記調整用マークの位置情報を検出する画像検出素子からの検出信号に基づいて該レンズ群の偏心調整量を算出する算出手段とを備え、該偏心調整量に基づいた駆動信号により該駆動機構を駆動し、該第1レンズ群と該第2レンズ群の相対位置を自動調整する事の特徴としている。

【0041】(1-1-4)前記位置検出系は前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の偏心により発生した収差を補正する為の補正光学部材を有し、前記調整用マークの位置情報を検出する画像検出素子からの検出信号に基づいて、該補正光学系を調整する事の特徴としている。

【0042】(1-1-5)前記位置検出系は前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の偏心により発生した収差を補正する為の補正光学部材と、該補正光学部材を駆動させる駆動機構と、前記調整用マークの位置情報を検出する画像検出素子からの検出信号に基づいて、該補正光学部材の調整量を算出する算出手段とを備え、前記調整量に基づいた駆動信号により、該駆動機構を駆動し、補正光学部材を自動的に駆動する事の特徴としている。

【0043】本発明の露光装置は、(2-1)構成(1-1)のいずれか1項に記載された位置検出装置を用いてレチクルとウエハとの位置合わせを行ないレチクル面上のパターンをウエハ面上に投影露光していることを特徴としている。

【0044】本発明のデバイスの製造方法は、(3-1)構成(1-1)のいずれか1項記載の位置検出装置を用いてレチクルとウエハとの位置合わせを行なった後に、レチクル面上のパターンをウエハ面上に投影露光し

た後に、該ウエハを現像処理してデバイスを製造していることを特徴としている。

【0045】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施形態1の要部概略図である。同図はOA検出系を中心に示している。8は投影光学系、9は投影光学系8を通過する光束である。照明光源1から出射した光1Lは照明光学系2を透過した後、偏光ビームスプリッタ3に入射する。偏光ビームスプリッタ3に対してP偏光成分(紙面に平行成分)が透過し、第2の対物レンズ4側に入射する。尚、偏光ビームスプリッタ3は、検出光を高効率で検出する為に使用しており、光量に問題が無ければ、通常のハーフミラーで構成しても問題ない。

【0046】第2の対物レンズ4を透過した光1Lは、反射ミラー5で反射し、ウエハ13に対して垂直方向に下向きに向かう。反射ミラー5の下には、 $\lambda/4$ 板6が配置されており、ここを透過した光は円偏光に変換される。その後、第1の凸レンズ(第1レンズ群)7を透過した後、ウエハ13上のアライメントマークAMをケラー照明している。

【0047】ここで照明光源1からアライメントマークAMに至る各要素は照明系の一要素を構成している。ウエハ13はX、Y、Z方向及びそれら軸の回転方向に駆動可能なウエハステージ22上に保持されている。尚、ウエハステージ22は演算処理器20の指示に基づいて駆動機構21によって駆動する事が出来る。アライメントマークAMからの反射光、回折光、散乱光(総称して「検出光ML」)は、再び第1の凸レンズ(正レンズ)7を戻り、 $\lambda/4$ 板6を透過して、反射ミラー5に導かれる。

【0048】この様に第1の凸レンズを配置する事で、検出光MLは反射ミラー5に対してその広がり角が小さくなって入射する。従って、反射ミラー5を小さく構成でき、またその後の第2の対物レンズ4の有効径を小さく出来る。

【0049】 $\lambda/4$ 板6を透過した検出光MLは円偏光から紙面垂直方向(S偏光)の直線偏光に変換される。反射ミラー5を反射した検出光MLは第2の対物レンズ4を透過し、偏光ビームスプリッタ3に導かれ、今度は反射し、リレーレンズ10に導光される。尚、第1の凸レンズ7、 $\lambda/4$ 板6、反射ミラー5、第2の対物レンズ4を含めて対物レンズOLとし、この対物レンズOLでは諸収差がなるべく発生しないようにそれぞれが構成されている。

【0050】但し、対物レンズOLで補正しきれない収差に関して、その後のリレーレンズ10や検出光学系11で補正しても良い。リレーレンズ10はアライメントマークAMの像を一旦結像する。その後、検出光学系11によって画像検出素子12の受光面上に再度結像する。ここでアライメントマークAMから画像検出素子1

2に至る各要素は位置検出系の一要素を構成している。

【0051】尚、画像検出素子12は、2次元画像検出素子でも1次元画像検出素子でも良く、2次元画像検出素子の場合、一つの検出系でウエハ上のX、Y方向の2方向の検出が可能となる。従って、1次元画像検出素子の場合、別の画像検出素子が必要になるが、それは同じ構成の検出系を90°回転した方向に配置すれば良いのでその詳細については、割愛する。

【0052】画像検出素子12によって検出されたアライメントマーク信号及び、ウエハステージ22の位置に基づいて演算処理器20がウエハ13の位置を算出する。その算出結果を元に、ウエハステージ22の駆動機構21を動作させ、ウエハ13の位置合わせを行っている。

【0053】以上の様に、対物レンズOLを構成する複数のレンズを反射ミラー5によって分割し構成する事で、ベースラインを短縮でき且つ高NAのOA検出系を達成している。

【0054】対物レンズOLの光学作用の詳細に付いて図2を用いて、解説する。本図はアライメントマークAMからの検出光だけを示している。検出光は第1の凸レンズ7によりその広がり角を小さくしている。その後、入射板6を透過して反射ミラー5に入射する。第1の凸レンズ7によって広がり角を小さくしている為、反射ミラー5の大きさを極力小さくする事が出来る。反射ミラー5によって反射した光は、第2の凸レンズ401に入射し、その後、凹レンズ402を通過する。

【0055】対物レンズOLの焦点距離は、第1の凸レンズ7、第2の凸レンズ401及び凹レンズ402の配置、及び個々の焦点距離で決まり、所望の焦点距離になるように配置されている。又、対物レンズOL全体で発生する収差は、これらレンズによって計測精度に影響しない程度に補正されているのが望ましい。

【0056】尚、対物レンズは上記のレンズ構成に限定される物ではなく、特に第2の凸レンズ401、凹レンズ402は様々なレンズ構成が可能である。それらは、照明波長及び検出領域等によってその最適条件を満足するように配置される。

【0057】従って、第1の凸レンズ7をウエハ13の上方に構成し、検出光の広がり角を小さくする事が重要であり、この条件を満足する物で、この第1の凸レンズ7も空間的に配置可能で有れば、複数枚のレンズによって構成しても良い。つまり、第1の凸レンズ7の位置に正の焦点距離を持つレンズ構成する事に本発明の効果がある。

【0058】以上のように本実施形態の位置検出装置は、高NA且つベースラインの短縮を図る為に、少なくとも第一の凸レンズ（又はレンズ群）と反射ミラーからなる折り返し部分を投影露光光学系に近づけて配置する。

【0059】その後、第2のレンズ群を構成し、第一の凸レンズと反射ミラーと第2のレンズ群で対物レンズを構成する。第1の凸レンズは、ウエハの上方に配置し、検出光の広がり角を一旦小さくすることで、その後の光学系の有効径を小さくでき、空間的に対物レンズの配置を容易にすることができる。

【0060】次に本発明の実施形態2を説明する。図3は本実施形態のOA検出系の要部概略図である。本実施形態では第1の凸レンズ7又は第2の対物レンズ4の位置調整方法について示している。基本構成は、図1と同じである。第1の凸レンズ7と第2の凸レンズ4が偏心（光軸に対する平行方向のズレ）して、位置7a、4aとなった場合、画像検出素子12で検出されるアライメントマーク像に歪みが生じる。

【0061】アライメントマーク像に歪みがあるとアライメント精度の劣化が生じる。上記の様に、対物レンズOLをミラーで複数のレンズに分離した構成にすると、偏心が発生し易く、その為所謂、偏心コマ等の収差が発生しやすくなる。

【0062】図4には、第1の凸レンズ7を第2の対物レンズ4に対して偏心させた場合の画像検出素子12で得られるアライメントマーク像の検出波形の変化に付いて模式的に示している。図4(A)は段差構造を持つアライメントマークを示し、計測方向に延びた段差構造になっている。図4(B)は、第1の凸レンズ7をX軸の正方向に0.01mm偏心した場合の検出波形を示している。

【0063】この様に、第1の凸レンズ7の偏心によって偏心コマが発生し、検出されるアライメントマーク波形が歪む。また、逆にX軸の負方向に0.01mm偏心した場合の波形を図4(C)に示す。

【0064】ここで示すように、偏心方向に依って歪む波形の形が変化する。そこで波形の歪みを評価値E=c-dで定義する。図5はこの評価値Eを縦軸に、第1の凸レンズ7の偏心量を横軸に示している。図5で示すように、第1の凸レンズ7の偏心量に対して、評価値Eは比例して変化する。つまり、この評価値Eをモニターしながら、第1の凸レンズ7の位置を偏心調整する事で、最良の位置に調整する事が可能となる。実際には、評価値Eが0になる位置に偏心調整する事で、偏心の無いOA検出系を構成する事が出来る。

【0065】実際の構成を図3を用いて解説する。尚、本図の符号について、上記の図1と同じ符号については、同じ効果のものであり解説は割愛し、異なる部分に関して解説する。

【0066】図3において31は、図1のウエハ13のアライメントマークAMの代わりに、ウエハステージ22上に構成された調整用マークを意味している。この調整用マーク31は、ウエハステージ22に常設されており、検出系の偏心コマ等の収差がある場合、その検出波



形が顕著に変化するパターンが構成されている。

【0067】この調整用マークを図3で示したOA検出系でそのマーク波形を観察する。検出波形は、図4に示す様に第1の凸レンズ7と第2の対物レンズ4に偏心有る場合、アライメントマーク波形に歪みを生じる。

【0068】そこで、検出された波形を元に、第1の凸レンズ7或いは第2の対物レンズ4の位置を相対的に調整し、評価値Eが0になる様にする。即ち、第1の凸レンズ7を調整する場合、位置7bや位置7aに調整することで最適な位置に固定する事が出来る。

【0069】尚、本図ではX方向に調整する場合について解説しているが、紙面垂直Y方向に関しても、第1の凸レンズ7をY方向に調整する事で、同様に調整可能となる。

【0070】また、第1の凸レンズ7の位置調整が出来ない場合、第2の対物レンズ4の偏心調整をする事で同じ効果が得られる。即ち、第2の対物レンズ4を位置4bから位置4aに調整する事で目的が達成出来る。

【0071】以上の様に、ウエハステージ上の調整用マーク31を検出し、該調整用マーク31を用いて画像検出素子12で得られる評価値Eを最小になるように第1の凸レンズ7の偏心調整或いは第2の対物レンズ4の偏心調整をする事で、その相対位置関係を調整し偏心による検出系の精度劣化を削減出来る。

【0072】以上の調整に関して、段差構造を持つ調整用マーク31を用いて説明したが、これに限定される物ではない。つまり、第1の凸レンズ7の偏心に対して、検出される波形が変化する調整用マークを使用しても同じ調整が可能であり、本発明の目的は達成出来る。

【0073】また、ウエハステージ22上に調整用マーク31を常設するとしたが、これに限定される物ではない。つまり、調整が必要な状態（組立初期時等）で通常のウエハの代わりに調整用ウエハを配置し、調整用ウエハに設けたマークを用いて調整する事も可能である。

【0074】このように本実施形態では第1の凸レンズ群と第2のレンズ群との偏心により、発生する誤差要因を調整用マークを使用して偏心の無い状態に調整する為、検出系で発生する誤差を最小にすることができる。以上の構成及び調整方法により高精度なウエハ位置の検出をしている。

【0075】次に本発明の実施形態3について説明する。先の実施形態2で示したOA検出系の偏心調整は、組立時の状態が常に維持されることが、前提となる。つまり、実際の検出系を考慮すると調整機構を保有する事は、経時的に変化する可能性もあると云うことである。

【0076】本実施形態はそのような、経時変化に対して鑑みた検出系を対象としている。図6は本発明の実施形態3の要部概略図である。基本構成は先の実施形態2での構成とほぼ同じであり、異なる点について解説する。本実施形態では第1の凸レンズ7を自動的に調整出

来る構成としているところに特徴を持つ。

【0077】ウエハステージ22上には、実施形態2で解説した調整用マーク31が構成されている。第1の凸レンズ7は、駆動系30に取り付けてあり、駆動信号を受けて駆動する構成になっている。尚、本実施形態では、第1の凸レンズ7に調整機構を付加しているが、これに限定するものではない。

【0078】つまり、第2の対物レンズ4を第1の凸レンズ7に対して相対駆動する機構を付加しても問題ない。これらを決定する要因としては、各レンズの偏心に対する敏感度や、駆動機構の空間的制約条件等であり、これらの要因を考慮して配置可能な方を調整する。

【0079】自動調整のシーケンスとしては、装置運用上の都合に合わせ（装置オペレーターの判断や定期的なタイミングで）、ウエハステージ22上の調整用マーク31をOA検出系で観察する。その後、OA検出系で得られた検出波形より、評価値Eを算出する。評価値Eの符号及びその発生量に対する各レンズ（7又は4）の調整量は予め求められており、従って評価値Eによって調整量を決定する。

【0080】実際には、評価値Eは演算処理器20で計算し、その計算結果に基づいて偏心調整量を算出する。その調整量に基づいて、調整駆動機構30に駆動信号を送り、その信号により駆動機構30がレンズ7の位置を調整する。

【0081】調整後は、画像検出素子12で再度画像信号を取り込み、波形が問題無い事を確認して終了する。尚、この様にクローズループの調整シーケンスを述べたが、オープンループで調整が可能で有れば、これに限定されるものではない。

【0082】以上の様に、自動的に調整する事で経時的に偏心が発生した場合も、装置上で自動的に調整出来る為、偏心によるアライメントエラーの発生を抑える事が可能となる。

【0083】次に本発明の実施形態4について説明する。先の実施形態1で示した反射ミラー5について、この反射ミラー5はY軸を関して45°回転した方向に配置した場合について解説した。

【0084】本実施形態では、この反射ミラー5の角度は任意でよい為、45度以外の角度を有する場合について、解説する。

【0085】図7は本発明の実施形態4の要部概略図である。尚、OA検出系の基本構成は、図1で示した物と同じであり、異なる点に関してのみ説明する。異なる点は、反射ミラー5がY軸に関して、反射面の角度 $\theta$ を45°以上に配置した事にある。この様に配置する事で、投影光学系8に近接してOA検出系を配置出来る為、装置としてのスペースの削減が可能となる。

【0086】また、図7では、角度 $\theta$ を大きく表現しているが、この様に大きな角度の構成を取らない場合も、

別な効果が期待される。つまり、角度 $\theta$ を数度傾ける事でも、図2に示す高さ $h$ の値をより大きくすることが出来、その為ウエハ面13と対物鏡筒との干渉をより低減出来ると言う効果を有する。

【0087】次に本発明の実施形態5について説明する。先の実施形態3では、対物レンズ群内の偏心による偏心コマ等の収差を第1レンズ群(第1凸レンズ7)及び第2レンズ群の偏心調整によって補正する実施例を示した。しかし、この収差補正手段は、これらレンズの偏心に限定されるものではない。

【0088】実施形態5では、第1レンズ群及び第2レンズ群の偏心以外の補正方法に関して、解説する。

【0089】図8は本発明の実施形態5の要部概略図である。本実施形態に於いては、検出光学系内に偏心コマ等の収差を補正する手段として、平行平板24を像面及び瞳面(像面のフーリエ変換面)以外の位置に配置した構成となっている。

【0090】図8では、平行平板24をリレーレンズ10の背後に配置しており、光軸に対して平行平板24を傾ける事で、偏心コマ成分を補正している。

【0091】実施形態1で解説したように、照明光学系よりウエハ上のアライメントマークAMを照明し、アライメントマークAMからの検出光MLを対物レンズOL及びミラー3によってリレーレンズ10に導光している。リレーレンズ10の背後には、平行平板24が配置されており、この平行平板24は不図示の駆動部材によって保持されている。平行平板24は駆動部材によって、検出光MLの光軸に対して傾ける事が出来る。

【0092】例えば、図8に於いて、X方向に関して偏心コマが発生していたとする。この場合、Y軸を回転軸として平行平板24を回転する事で、X方向に発生した偏心コマを補正する事が出来る。傾け量に関しては、発生した偏心コマ量、平行平板24の配置位置等で異なる為、評価値Eを算出することで、その最適角を算出する。

【0093】尚、評価値Eの算出方法及び検出方法に関しては、実施形態2で示したと同様なので詳細説明は割愛する。

【0094】偏心調整は、装置組立時に最適になるように調整しても良いし、また実施形態3で示したのと同様に調整用マークを用いて、装置上で自動的に調整を行っても良い。

【0095】自動的に補正をする場合、アライメントマークAMの代わりに、調整用マーク31を検出系の観察面に配置し、画像検出素子12でその波形を取り込む。取り込んだ波形より演算処理器20が、評価値Eを算出し、平行平板24の最適傾け量を求める。その傾け量に応じた指令を平行平板調整駆動機構32に送り、平行平板24を駆動する。

【0096】以上の様に、本体上で位置検出系を常に最

適状態にすることが可能となる。平行平板24によって、X及びY方向の偏心コマを補正する為には、Y軸及びX軸を回転軸として傾ける事が必要である。従って、この様に2方向に関して、平行平板24を回転出来る駆動部材を構成する事が望ましい。

【0097】しかし、このような2軸で回転させる機構を持つことが駆動機構を複雑化する可能性がある。この様な場合、平行平板24を2カ所に配置し(図8には不図示)、一方はX軸回りに傾ける機構を有し、他方をY軸回りに傾ける機構を有する様構成にすることで、駆動部材の複雑化を低減でき、且つ本実施形態での効果を発揮出来る。

【0098】以上の実施形態では、補正光学部材としての平行平板24をリレーレンズ10の背後に配置し、検出光の光軸に対して傾ける事で、第1レンズ群7及び第2レンズ群4の偏心で発生した偏心コマを削減する場合に付いて述べたが、これに限定するものではない。

【0099】つまり、補正光学部材はいかなる場所にも配置して良く、且つその配置位置によってその補正光学系を最適な形状にし、補正光学系の位置調整、角度調整、回転調整する事で第1レンズ群と第2レンズ群の偏心で発生した収差を補正出来る構成を有し、評価値Eに基づいて、これら補正光学系を調整する事が出来ればよい。

【0100】次に上記説明した投影露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施形態を説明する。

【0101】図15は半導体デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、或いは液晶パネルやCCD等)の製造のフローを示す。

【0102】ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2(マスク製作)では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0103】一方、ステップ3(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、前記用意したマスクとウエハを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。

【0104】次のステップ5(組立)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。

【0105】ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ7)される。

【0106】図16は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。

【0107】ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では前記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。

【0108】ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングがすんで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返して行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0109】本実施形態の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを容易に製造することができる。

【0110】

【発明の効果】本発明によれば以上のように各要素を設定することにより、ベースラインを短縮し、ベースラインの変動成分を極力抑え、且つ低段差のアライメントマークの高精度な検出を可能とする高NAを容易に達成することができるオフアクシスアライメント検出系を有した位置検出装置及びそれを用いた露光装置を達成することができる。

【0111】特に本発明によれば、対物レンズの一部を凸レンズとして構成し、その凸レンズにより検出光の広がり角を小さくし、それにより対物レンズをコンパクト化し、ベースラインを短縮化出来る結果、ベースラインの安定した位置検出系ができる。更に、高NA化する事で、低段差のアライメントマークの検出率を上げること出来る、高精度のアライメント検出系を提供出来る。また、調整用のマークを用いて、対物レンズの調整或いは補正光学系の調整を行う為、偏心コマ等のアライメント精度劣化を招く要因を削除できる。

【0112】以上の構成及び調整方法により、高精度な位置検出系が達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の要部概略図

【図2】図1の一部分の説明図

【図3】本発明の実施形態2の要部概略図

【図4】本発明の実施形態2の画像検出素子で得られる検出波形の説明図

【図5】本発明の実施形態2における偏心量と評価値の説明図

【図6】本発明の実施形態3の要部概略図

【図7】本発明の実施形態4の要部概略図

【図8】本発明の実施形態5の要部概略図

【図9】従来の投影露光装置の要部概略図

【図10】従来の投影露光装置における位置検出装置の

概略図

【図11】従来の投影露光装置における位置検出装置で得られる検出信号の説明図

【図12】従来の投影露光装置における位置検出装置で得られる検出信号の説明図

【図13】従来の投影露光装置における位置検出装置の説明図

【図14】従来の投影露光装置における位置検出装置の説明図

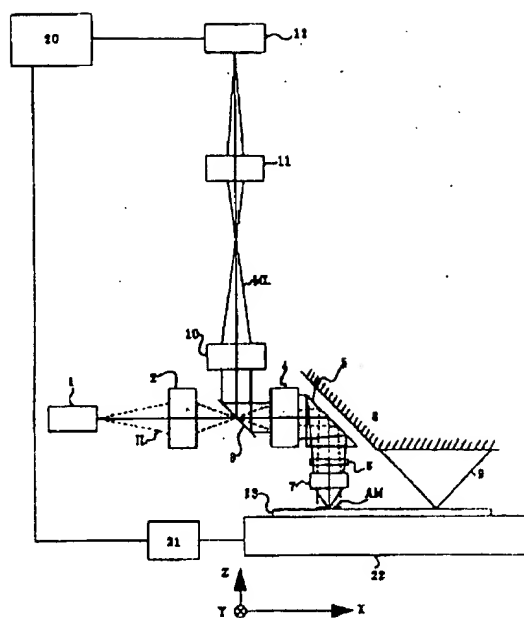
【図15】本発明におけるデバイスの製造方法のフローチャート

【図16】本発明におけるデバイスの製造方法のフローチャート

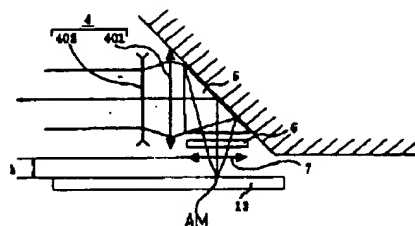
【符号の説明】

- 1 照明光源
- 2 照明光学系
- 3 偏光ビームスプリック
- 4 第2レンズ群
- 5 反射ミラー
- 6  $\lambda/4$ 板
- 7 第1凸レンズ
- 8 投影露光光学系鏡筒
- 9 投影露光光束
- 10 リレーレンズ
- 11 検出光学系
- 12 画像検出素子
- 13 ウエハ
- 20 演算処理器
- 21 駆動機構
- 22 ウエハステージ
- 23 干涉計
- 24 平行平板
- 30 レンズ調整駆動機構
- 31 調整用マーク
- 32 平行平板調整駆動機構
- 110 凸レンズ
- 111 凹レンズ
- 300 オフアクシス検出系
- 301 反射ミラー
- 401 凸レンズ
- 402 凹レンズ
- 500 露光光源
- 501 レチクル（マスク）
- 502 レチクル保持部材
- 503 反射ミラー
- 504 OA検出系
- 505 露光光

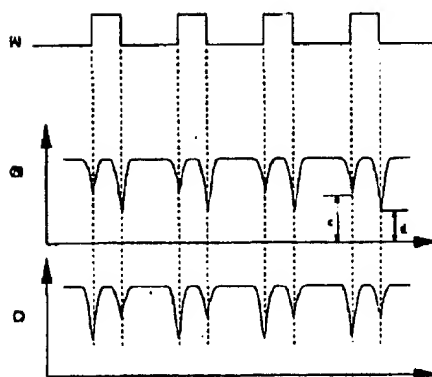
【図1】



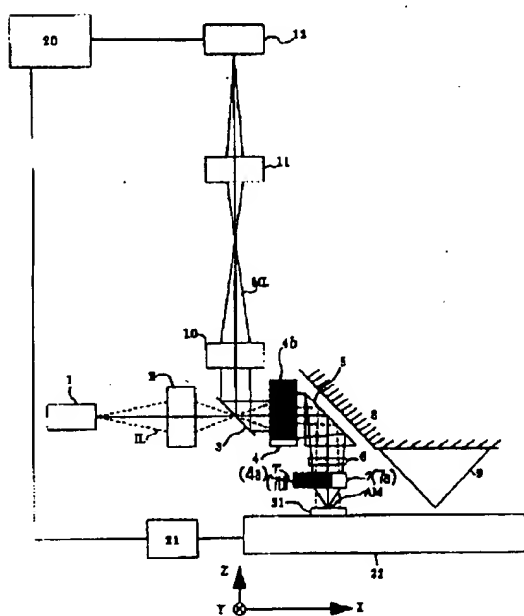
【図2】



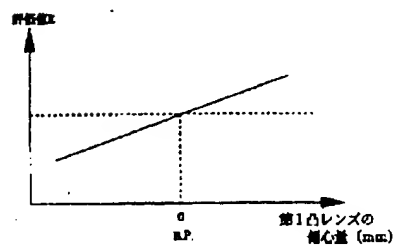
【図4】



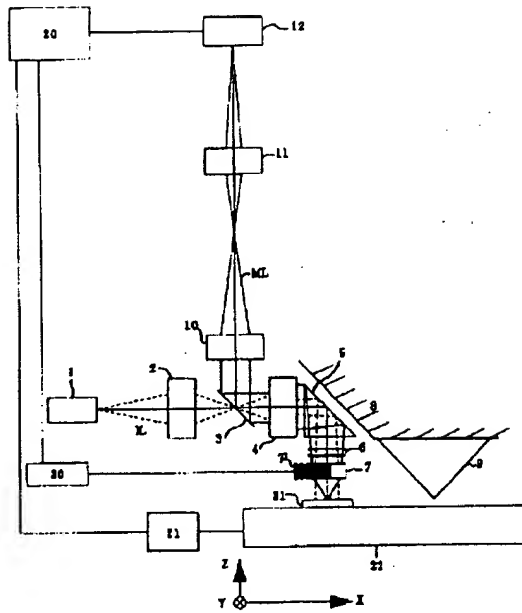
【図3】



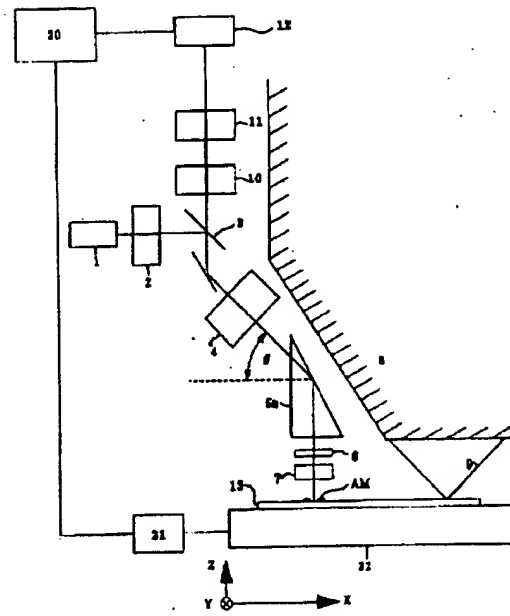
【図5】



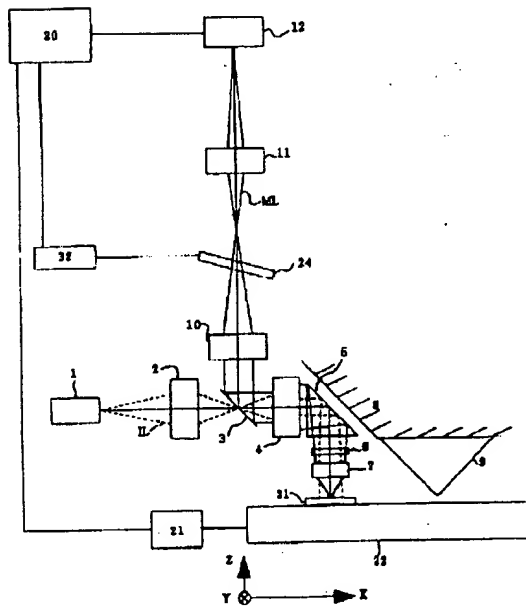
【図6】



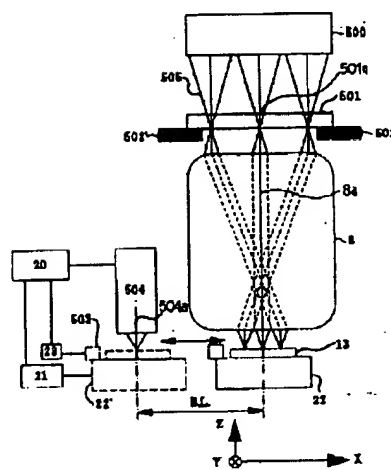
【図7】



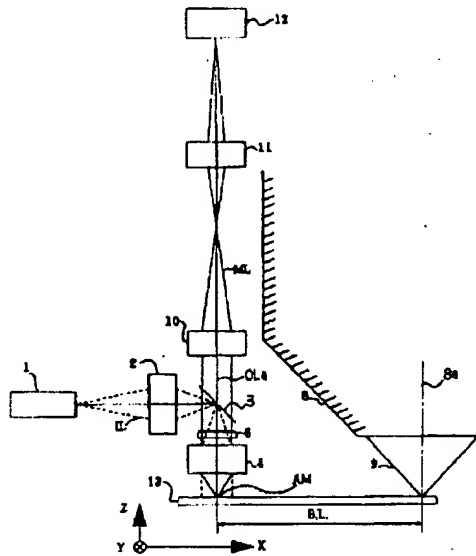
【図8】



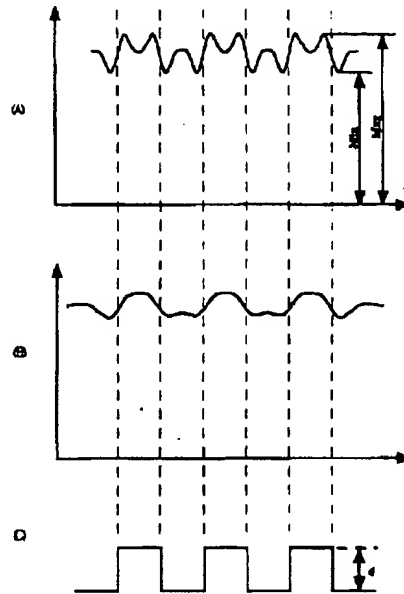
【図9】



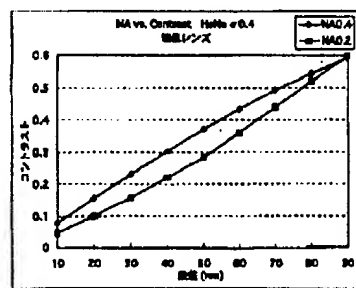
【図10】



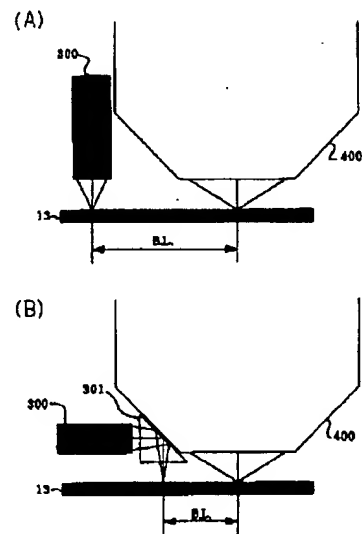
【図11】



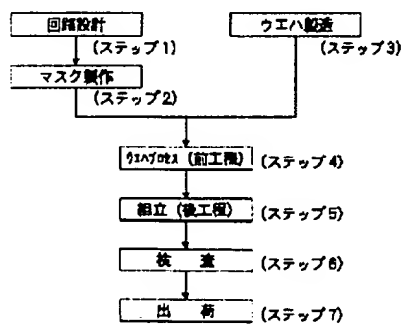
【図12】



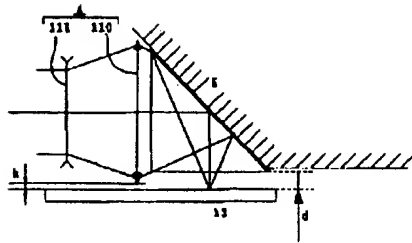
【図13】



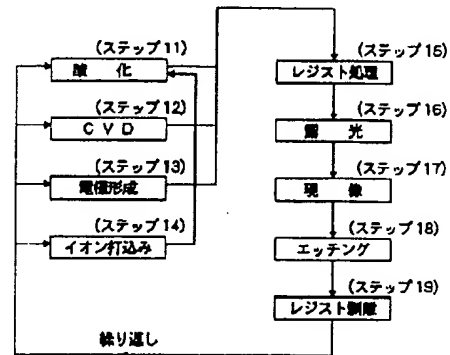
【図15】



【図14】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA20 BB02 BB27 CC18  
 CC19 CC20 EE08 FF01 FF04  
 HH10 JJ02 JJ03 JJ19 JJ25  
 JJ26 LL36 LL37 NN20 PP12  
 5F046 BA04 BA05 CA04 CC01 CC16  
 EB01 EB03 ED02 FA03 FA11  
 FB04 FB07 FB10 FB12 FC04

